



## Edificio de oficinas Green Space, en Gijón

# UNA HISTORIA DE INTEGRACIÓN

Aportar a la red más energía de la consumida es el ideal al que aspiran todos los edificios. Pasar del deseo a la realidad es posible con la integración de la producción fotovoltaica en la arquitectura.

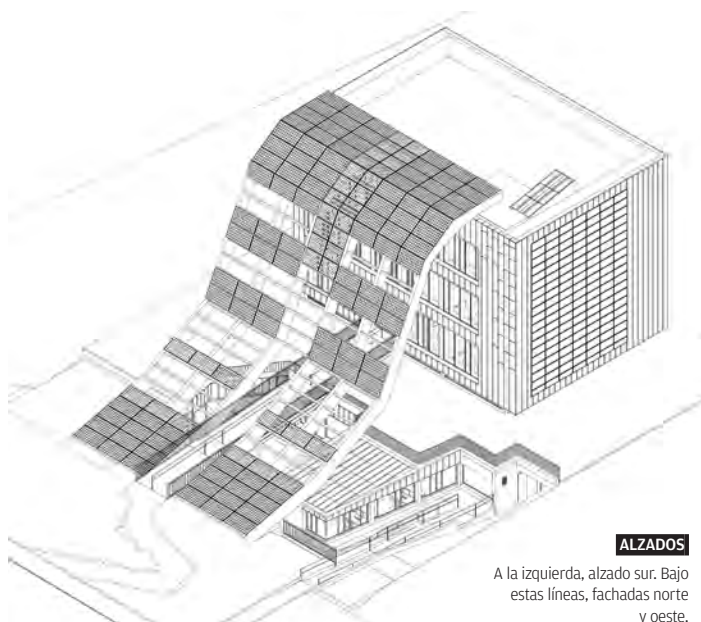
**texto** Eugenia del Río Villar y Eladio Rodríguez Álvarez (Emase Arquitectura)

**fotos** Tania Crespo

El diseño del edificio se inició en 2006, dentro de un programa LIFE de la Unión Europea, y fue concebido para ser una solución replicable de edificio autónomo. El desarrollo del proyecto evolucionó hacia un concepto Net Zero de edificio conectado, prescindiendo del requisito de autónomo. Incorpora medidas pasivas y activas de muy alta eficiencia, electrificando la demanda consumida por el edificio, evitando otros combustibles, generando energía renovable para autoconsumo y exportando los excedentes a la red eléctrica. Así, el proyecto es la respuesta a una búsqueda del máximo confort y habitabilidad, dentro de una sostenibilidad bien entendida, gracias al equilibrio entre los sistemas pasivos y activos del edificio, fruto del debate mantenido entre todos los equipos de trabajo.

Inicialmente, el edificio se concibió para tener la capacidad de ser autónomo energéticamente, por lo que, desde los primeros diseños, busca minimizar la demanda energética con sistemas pasivos. La ubicación en





ALZADOS

A la izquierda, alzado sur. Bajo estas líneas, fachadas norte y oeste.



el terreno y la orientación consiguen disminuir los impactos ambientales y mejorar las necesidades de programa de uso interior sin aumentar el consumo energético. En el proyecto, y en línea con la tendencia actual de edificios con balance neutro de energía, se prescindió de posibles pilas de almacenamiento de energía, resultando finalmente un inmueble que, por sus características técnicas, ofrece un balance positivo generando más energía que la que es capaz de consumir.

**El acceso.** La idea inicial consistía en ser capaz de mostrar las capacidades de esta edificación (que tiene una superficie construida de 1.488,77 m<sup>2</sup> distribuidos en una planta bajo rasante, planta baja, dos plantas superiores y cubierta) desde

## LA PÉRGOLA FOTOVOLTAICA EN LA FACHADA PRINCIPAL SUR MARCA LA ENTRADA AL EDIFICIO, CON UNA DOBLE FUNCIÓN DE FILTRO SOLAR Y CAPTACIÓN ENERGÉTICA

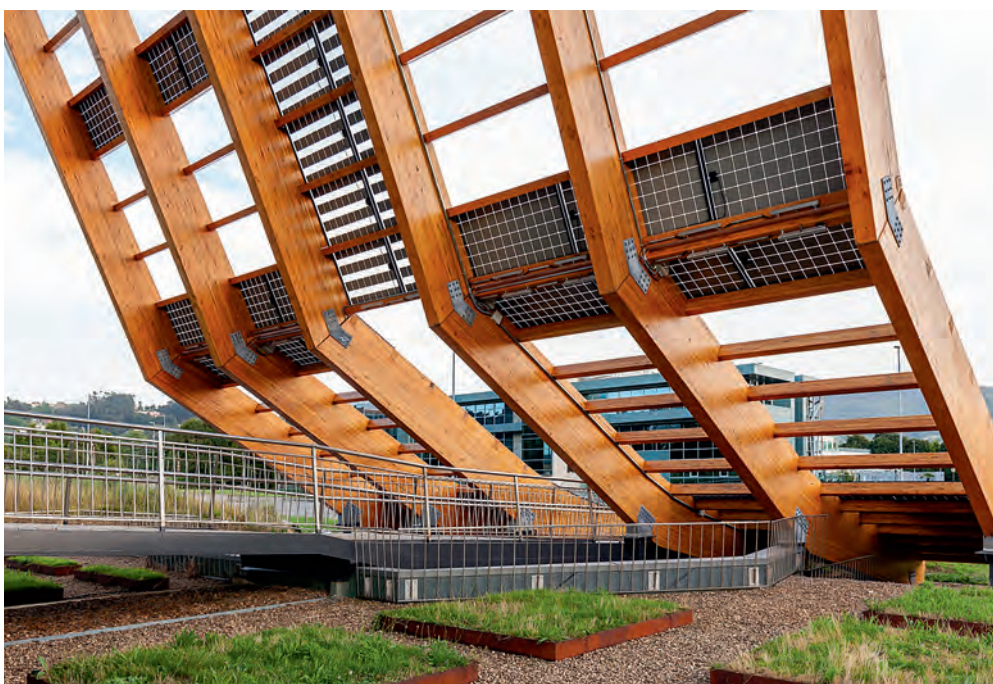
el mismo acceso, que se consigue con la pasarela que atraviesa la pérgola fotovoltaica y muestra el comportamiento principal del edificio. Formalmente, en el nacimiento de la idea, el proyecto se concebía como una grieta que surgía del suelo y se desarrollaba por la fachada sur y norte; mientras que la oeste y este eran pliegues de la topografía en vertical. Esa grieta de vidrio servía para incorporar los sistemas técnicos en las fachadas. Los muros este y oeste, en su grosor potente, albergan el paso de las instalaciones voluminosas, a la vez de ser una cámara ventilada de la piel del edificio. En vertical, las tres plantas se unen a la bajo rasante por un núcleo vertical abierto generado en espiral, que causa un efecto dinámico en

este espacio. Dentro de él, un ascensor en una caja de hormigón y vidrio, muestra la maquinaria, exhibiendo la tecnología que incorpora, con el recuperador de energía con baterías que cargan con la energía solar proporcionada por los paneles y la energía generada en los ciclos de bajada, pudiendo realizar 100 ciclos de subida desconectado de la red eléctrica.

El núcleo vertical comunica las plantas superiores con el bajo rasante, las zonas de uso de descanso o recreo dentro del edificio, alrededor de un gran patio al que vierten como punto de encuentro.

Así, se ha realizado un proyecto en una ubicación sostenible y conectada con la comunidad, con uso eficiente del agua, calidad de >



**MADERA**

Detalles de la estructura de madera y los paneles fotovoltaicos de la gran pérgola.



LA SUSTENTACIÓN DEL CERRAMIENTO DE PROTECCIÓN SOLAR CON VIDRIOS FOTOVOLTAICOS SE REALIZA MEDIANTE UNA ESTRUCTURA SINGULAR DE MADERA LAMINADA

> aire interior (control por planta con sonda de calidad de aire) y elevado confort térmico, uso de materiales regionales, instalaciones eficientes y un exhaustivo plan de puesta en marcha y seguimiento de todas las instalaciones.

El conjunto de las instalaciones se encuentra monitorizado y controlado mediante *software* de gestión, que permite disponer en tiempo real de valiosos datos de seguimiento del comportamiento del edificio.

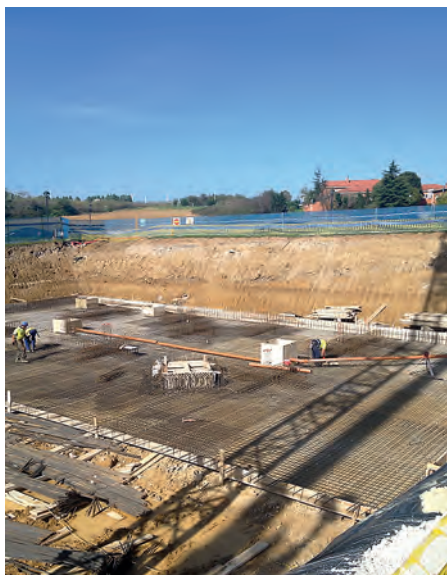
**Prestaciones.** Como ya se ha indicado, existe un equilibrio entre los sistemas pasivos y activos del edificio, fruto del debate mantenido entre los equipos que han trabajado durante el desarrollo del proyecto. Las medidas pasivas determinan los siguientes parámetros del diseño del edificio: orientación, aislamientos, iluminación natural, cubierta vegetal, fachada trasventilada, elementos de sombreadamiento, inercia de la estructura y ventilación natural. Los principales sistemas activos implantados en este inmueble son la instalación fotovoltaica, el sistema de climatización por losas termoactivadas y suelo radiante, ventilación con recuperador térmico, monitorización y control de toma de decisiones en acondicionamiento, iluminación y energía.

El equilibrio de sistemas existente permite que los espacios del edificio tengan un confort y habitabilidad óptimos para el desarrollo de las actividades, incentivando el desarrollo creativo de las personas al sentirse en un entorno agradable. La respuesta de los usuarios en los medios y redes sociales así lo confirman, y será objetivo en el seguimiento de las encuestas de satisfacción para la certificación LEED.

El edificio tiene una implantación en el terreno que permite el mejor aprovechamiento de los recursos ambientales. La normativa, el diseño y los criterios de certificación LEED obligan a minimizar el impacto ambiental sobre el entorno.

En cuanto a su orientación, ha logrado conseguir una iluminación de





los espacios de trabajo con una luz homogénea, con su apertura transparente en la fachada norte, y con una luz tamizada por los paneles fotovoltaicos en la fachada sur. Las fachadas oeste y este -opacas- protegen de deslumbramientos a los usuarios. Con esta orientación, a la vez se consigue un mejor rendimiento en la instalación fotovoltaica, con vidrios verticales en fachadas este y oeste, y vidrios con inclinación en la fachada sur.

La disposición de la pérgola fotovoltaica protege a la edificación de la carga térmica por radiación. La instalación fotovoltaica forma parte de la estrategia de control de consumo energético del inmueble en su acondicionamiento térmico. El sombreado de la pérgola en la fachada sur, siguiendo criterios de arquitectura bioclimática, junto

con la definición de las envolventes, la fachada ventilada -construida con entramados de madera y aislamiento interior y exterior-, los vidrios de triple acristalamiento y control solar y la cubierta con ajardinamiento para reducir el efecto isla de calor permiten una disminución del consumo de energía en la regulación térmica del edificio.

La elección de materiales se ha realizado bajo criterios de mínimo aporte de emisiones y arquitectura saludable, que han de cumplir los requisitos y optar a la certificación LEED en su nivel Oro. Los espacios interiores son interesantes y atractivos, a la vez que saludables y confortables.

**Sustentación y sistema estructural.** La construcción se adapta a la topografía existente para evitar grandes movimientos de tierras. La

#### ESTRUCTURA

Trabajos de ejecución de losas de estructura termoactivada.

estructura vertical de pilares de hormigón armado apoya en una losa de cimentación que, con el muro perimetral, protege de cambios en el nivel freático. La estructura horizontal se resuelve con losas macizas que se apoyan en pilares de hormigón armado. En las fachadas y elementos auxiliares se han utilizado madera laminada y acero galvanizado.

**Sistemas de envolventes y acabados.** El cerramiento vertical está diseñado como una doble piel con cámara de aire ventilada para el acondicionamiento del edificio. La fachada ventilada se forma con ban- ➤



> dejas de zinc liso colocado sobre un tablero sustentado por una subestructura de acero. En las zonas de ventanas y de fachada este y sur se utiliza zinc perforado para permitir una mejor visibilidad y ventilación de los aseos.

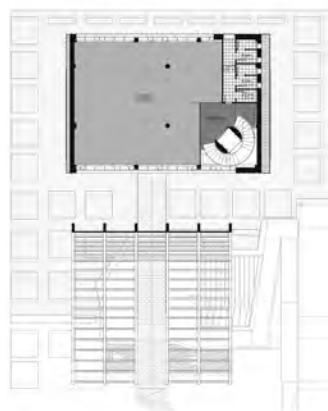
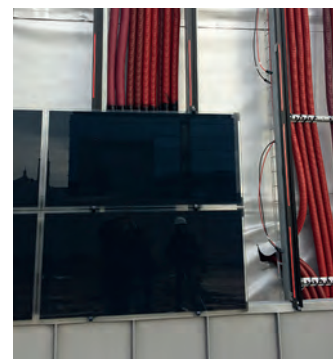
En las fachadas oeste y este, el sistema utilizado es el de fachada tras-ventilada y huecos con carpintería de aluminio, todo ello formando la doble piel de ventilación y control de la radiación solar. En ambas fachadas, las bandejas de zinc se interrumpen, sustituyéndose por paneles fotovoltaicos anclados a la subestructura de acero.

La sustentación del cerramiento de protección solar con vidrios fotovoltaicos orientado al sur se realiza mediante una estructura singular de madera laminada encolada.

Las fachadas norte y sur están resueltas con un muro cortina con perfil perimetral de aluminio exterior y de estructura portante de montante y travesaño en madera. Los huecos acristalados, con vidrio triple y control solar, disponen de aperturas abatibles para mejorar el confort y la sensación de control del usuario. La base del cerramiento de las fachadas está formada por un entramado de madera relleno de aislamiento de

fibra de madera Sylvactis, de 100 mm de espesor, forrado en la cara interior con un tablero OSB IV, de 12 mm de espesor, y una barrera de vapor H Control Reflex de ACTIS; y en la cara exterior, por otro tablero OSB IV, de 15 mm de espesor. Todo el tabique queda revestido al exterior por aislamiento de fibra de madera Sylvactis, de 160 mm de espesor, y lámina impermeable y transpirable, sumando 260 mm de aislamiento en la parte opaca de fachada y construida en seco. La terminación de la fachada ventilada está realizada con bandejas de zinc liso o perforado sobre lámina separadora y tablero OSB III de pino, de espesor 22 mm, atornillado a la subestructura de acero galvanizado. En la fachada norte, el vidrio es triple de dos cámaras, con la siguiente composición, de exterior a interior: vidrio templado selectivo de 8 mm 70 transmisión solar / 39 factor solar, cámara de argón de 16 mm, vidrio intermedio float de 6 mm, cámara de argón de 16 mm y vidrio interior con capa baja emisividad float de 6 mm o laminar 3+3 en función de la posición, según el CTE.

En la fachada sur, el vidrio es triple de dos cámaras, con la siguiente composición, de exterior a interior: vidrio templado selectivo de 8 mm



LA CONSTRUCCIÓN SE ADAPTA A LA TOPOGRAFÍA EXISTENTE PARA EVITAR GRANDES MOVIMIENTOS DE TIERRAS

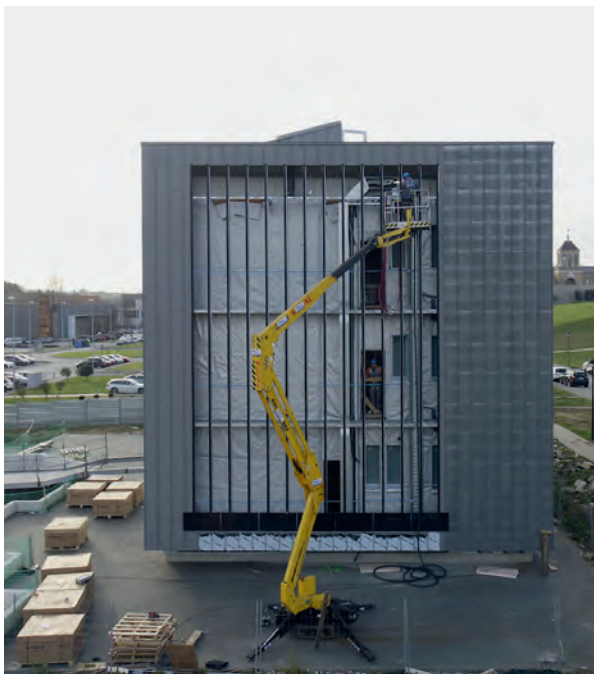
30 transmisión solar / 17 factor solar, cámara de argón de 16 mm, vidrio intermedio float de 6 mm, cámara de argón de 16 mm y vidrio interior con capa baja emisividad float de 6 mm o laminar 3+3 en función de la posición, según el CTE.

Todo el conjunto de vidrio tiene un coeficiente de transmisión térmica de 0,7, un factor solar de 0,3 y una transmitancia de 1 w/m².

La base horizontal de las cubiertas planas se resuelve también con la misma losa estructural. Sobre ella apoya una gran cubierta vegetal, una alfombra verde que aísla el edificio, lo protege del calor, de la radiación solar, del frío y minimiza el efecto isla de calor. Incluye 20 cm de aislamiento XPS tipo IV en placas por el exterior del impermeabilizante.

**Acondicionamiento interior.** La planta cuenta con una crujía de un ancho óptimo, que permite al usuario tener una sensación de control sobre ciertos sistemas de habitabilidad





#### FACHADAS

Las imágenes de las dos páginas muestran distintos momentos de los trabajos de cerramiento de las fachadas del edificio.

como la ventilación natural. Y tiene una profundidad adecuada para una luz de trabajo difusa de orientación norte, perfecta para la visión en los puestos de trabajo.

El espacio de oficinas se ha acondicionado con aislamiento acústico realizado con lamas o baffles suspendidos del techo (Armstrong), que permite una mayor eficiencia del sistema de climatización por radiación de losas termoactivadas y la visión de la estructura e instalaciones.

Con unas condiciones óptimas para el trabajo, además se permite al usuario un control sobre elementos, como carpinterías practicables para ventilación a una distancia mínima de cada puesto de trabajo, para lograr mayor sensación de confort en el entorno. Estas son unas medidas incentivadas por la certificación LEED, que garantizan la satisfacción del usuario del edificio. Los materiales han sido elegidos siguiendo criterios medioambientales, cumpliendo las directrices de la certificación LEED. La combinación de materiales cálidos como las estructuras de madera con la estructura de hormigón visto crean un ambiente acogedor y saludable.

**Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.** La distribución de los sistemas de las instalaciones se realiza por las fachadas técnicas este y oeste, siendo accesible la >



## LA OBRA, PASO A PASO



- 1 Ejecución de la estructura horizontal del edificio mediante losas macizas que se apoyan en pilares de hormigón armado.



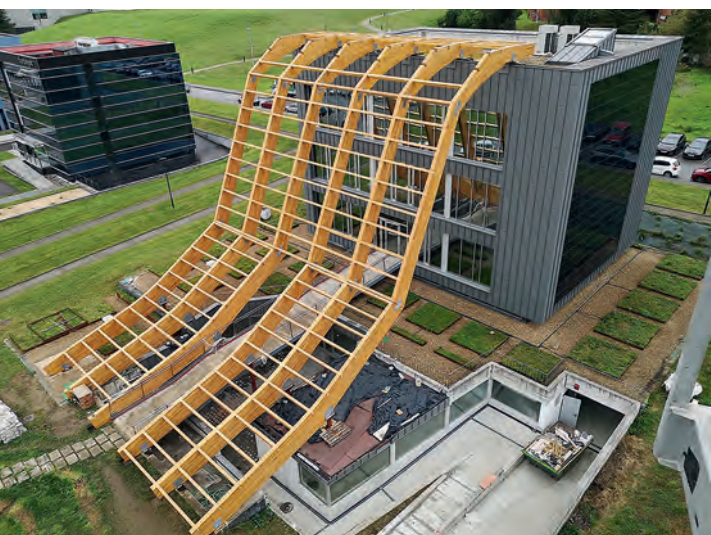
- 2 Construcción de la fachada ventilada de bandejas de zinc liso colocado sobre un tablero sustentado por una subestructura de acero.

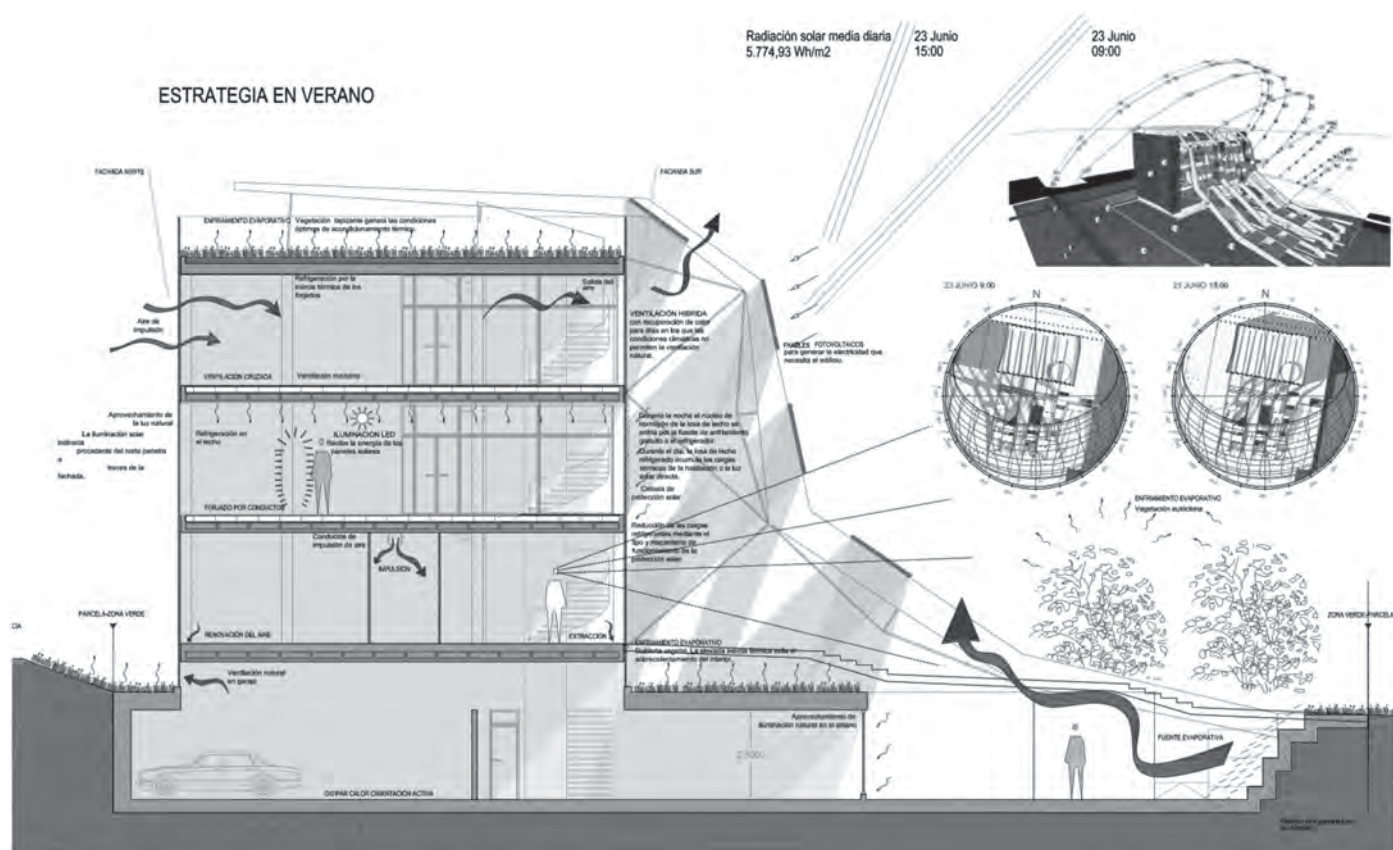


- 3 Instalación de paneles fotovoltaicos y cámara técnica con aislamiento exterior en el cerramiento de fachada.



- 4 La pérgola fotovoltaica de la fachada sur evita las cargas térmicas en verano y realiza la autogeneración de energía renovable del edificio.





> este, por donde se alojan la mayor parte de las distribuciones.

**Climatización y ventilación.** La instalación de climatización utiliza un sistema de producción por bomba de calor para la generación de energía térmica (frío o calor) con sistema de recuperación automática entre zonas del edificio con exceso o demanda. Este sistema se transmite por suelo radiante en las plantas inferiores y losas termoactivas en el resto de las plantas, que permiten aprovechar la inercia térmica de la estructura y con refuerzo del aire tratado, siendo toda la producción generada por energía eléctrica y con la posibilidad de almacenamiento por la capacidad inercial de la estructura de hormigón, que permiten la climatización en los periodos con menos gasto energético.

El sistema de climatización consta de un sistema de recuperación de calor de alta eficiencia que, añadido a las instalaciones anteriores, genera un ambiente óptimo en todo momento, controlado mediante un *software* específico que gestiona automáticamente los parámetros de temperatura, humedad y calidad de aire interior.

#### FUNCIONAMIENTO

Sección explicativa de la estrategia energética del edificio en el solsticio de verano. En la página siguiente, detalles de la pérgola fotovoltaica.

**Iluminación.** Se realiza mediante lámparas led de muy bajo consumo, con sensores lumínicos y de presencia, que regulan la cantidad y la intensidad de luz en cada momento de manera automática.

**Automatización y control.** El conjunto de las instalaciones se encuentra monitorizado y controlado mediante un *software* de gestión que permite disponer, en tiempo real, de valiosos datos de seguimiento del comportamiento del edificio.

La monitorización permite la toma de decisiones y la ejecución de medidas correctoras. Los consumos eléctricos monitorizados en tiempo real y las comparativas de consumo contra producción a lo largo de distintos días, sirven para vigilar el correcto funcionamiento de la instalación y garantizar un buen rendimiento.

## EL EDIFICIO EN CIFRAS

Se levanta sobre un solar de **1.050 m²**

Superficie total construida **1.488,77 m²**

**361,74 m²** se destinan al **garaje**

Las oficinas ocupan **1.024,58 m²**

Se han destinado **102,45 m²** para las instalaciones

La pérgola fotovoltaica genera más de **60 kw<sub>p</sub>**

El conjunto de vidrio tiene un coeficiente de **transmisión térmica** de **0,7** y un **factor solar** de **0,3**

**60.000 litros** es la capacidad del depósito del sistema de captación de agua de lluvia



**Captación de agua.** El edificio dispone de un sistema de captación de agua de lluvia, con un depósito de 60.000 litros, con un doble objetivo: servir de tanque de tormentas y, a su vez, de almacenamiento de agua para riego de las zonas verdes de la parcela y uso sanitario en las cisternas, después de un proceso de tratamiento. La instalación de fontanería cuenta también con aparatos de reducción de caudal. Con estas medidas se evita el consumo innecesario de agua y se logra un máximo aprovechamiento.

**Energías renovables.** En el estudio inicial del proyecto se desecharon otros sistemas de generación de energía -como la eólica-, por el

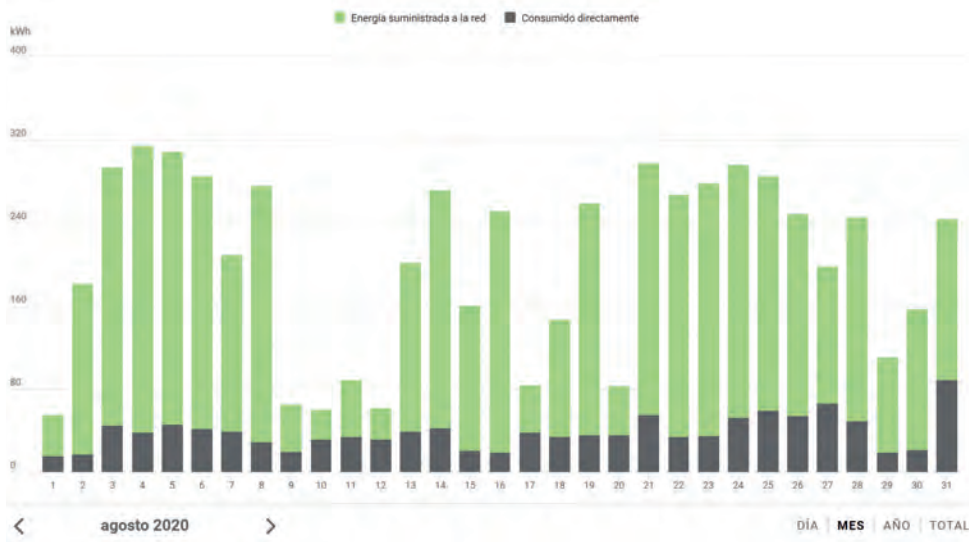
#### MONITORIZACIÓN

Una monitorización continua sirve para comprobar las condiciones de producción energética sean homogéneas. El gráfico inferior corresponde al mes de agosto de 2020. En verde se computa la energía generada y en gris, la consumida. Como se observa, el edificio produce más energía que la que consume.

bajo rendimiento que alcanzaban, centrando el proyecto en obtener el máximo rendimiento a través de producción fotovoltaica integrada en la arquitectura.

**Energía fotovoltaica.** El sistema fotovoltaico permite que la energía producida no consumida se vierta a la red, funcionando como generación distribuida *Smart Grid*.

El sistema está integrado en tres fachadas: este, oeste y sur. Las fachadas este y oeste compensan la producción a lo largo del día con los amaneceres y atardeceres, mediante paneles de tecnología CIGS (Cobre, Indio, Galio, Selenio/Azufre) en posición vertical, idónea para su orientación.



INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable	Calefacción: 6,12 kWh/m² año ACS: 3,14 kWh/m² año Refrigeración: 5,50 kWh/m² año Iluminación: 20,73 kWh/m² año
Demanda Calefacción	18,3 kWh/m² año
Demanda Refrigeración	19,9 kWh/m² año
Aporte Renovables	100%
Emisiones CO <sub>2</sub> edificio	0 kg CO <sub>2</sub> /m² año
Otros (indicar)	Contribución fotovoltaica: 42.963,74 kWh/año



## Ficha técnica

### EDIFICIO DE OFICINAS GREEN SPACE, PARQUE CIENTÍFICO TECNOLÓGICO DE GIJÓN (ASTURIAS)

#### PROMOTOR

GesyGes Innovación en la Edificación

#### PROYECTO/PROYECTISTA

Emase Arquitectura:  
Eugenia del Río Villar y Eladio Rodríguez Álvarez (Arquitectos)

#### DIRECCIÓN DE LA OBRA

Eugenia del Río Villar y Eladio Rodríguez Álvarez (Arquitectos)

#### DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN

Ramón Somolinos Jove  
(Arquitecto Técnico)

#### COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

#### EN FASE DE PROYECTO:

Eugenia del Río Villar y Eladio Rodríguez Álvarez

#### EN FASE DE EJECUCIÓN:

Francisco Javier Fernández Iglesias  
(Coordinación Técnica de Obras, SL)

#### PROJECT MANAGEMENT

SvR Ingenieros: Ramón van Riet  
(Ingeniero Industrial)

#### EMPRESA CONSTRUCTORA

Fase estructura: Dragados

Fase revestimientos: El Corte Inglés  
Fase final: GesyGes Innovación en la Edificación

#### JEFES DE OBRA

Emilio Álvarez Pérez (Dragados)  
Ignacio Alonso Nava (ECI)

SUPERFICIE 1.488,77 m²

#### PRESUPUESTO

PEC: 1.380.000 euros aprox.

#### INICIO DE LA OBRA

1 septiembre 2014

#### FINALIZACIÓN DE LA OBRA

30 junio 2020

#### PRINCIPALES EMPRESAS

#### COLABORADORAS

CONSULTOR/CERTIF. LEED: Arup

COMMISSIONING LEED:

Ramón van Riet (SvR Ingenieros)

CÁLCULO ESTRUCTURA:

Enrique Medina

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Merino

Ingenieros. Alberto García

FOTOVOLTAICA: Solarev

ESTRUCTURA MADERA: Ejestru

SUELO RADIANTE Y TABS: Uponor

AISLAMIENTO ACÚSTICO: Armstrong



> La pérgola fotovoltaica en la fachada principal sur marca la entrada al edificio, con una doble función de filtro solar y captación energética. Recoge la luz solar durante la mayor parte del día y genera más de 60 kWp. Está realizada mediante paneles fotovoltaicos distribuidos eficazmente para hacer la doble función de generar energía y de sombrear a cada una de las plantas del edificio minorando las cargas térmicas por radiación y manteniendo las vistas al entorno del Parque Científico-Tecnológico de Gijón en esa fachada.

La continua monitorización que se lleva a cabo permite comprobar que las condiciones de producción sean homogéneas, siendo las barras en verde la producción generada y la gris la consumida. Las gráficas de balances muestran que la producción es un bloque constante y con saldo positivo sobre la consumida en un alto porcentaje.

Por ejemplo, el 2 de septiembre de 2020, a las 9.05 am se había alcanzado el saldo positivo de balance eléctrico, según se observaba en los gráficos de ese día y con unas condiciones meteorológicas regulares. A las 12.40 pm, la producción alcanzaba los 22,2 kW, de los que el edificio consumió 5,55 kW, y vertiendo a la red el resto de 16,6 kW. Las gráficas de los meses que lleva en uso el edificio demuestran su comportamiento energético, aportando más energía a la red que la que consume.

**Presupuesto y viabilidad económica.** Durante su ejecución, el proyecto sufrió un cambio de promotor, con lo que la estimación del coste de construcción final (PEC) es 1.380.000 euros. La rentabilidad energética en este proyecto inmobiliario es un vector importante de ingresos al promotor.

**Cumplimiento DB-he Ahorro de energía.** El edificio cumple todos los requisitos que marca el CTE, en el apartado de Ahorro de energía, con suficiente margen dada su ca-

pacidad de generar más energía de la que consume.

**Certificaciones energéticas y ambientales.** El edificio cuenta con certificación energética A. La certificación LEED ORO supone ser incluido entre los edificios más sostenibles. En este sentido, desde el inicio del proyecto se han incorporado, de forma voluntaria, los aspectos relacionados

con alta eficiencia energética como calidad de ambiente interior, uso de energías renovables, eficiencia en el consumo del agua, mínimo impacto medioambiental de la construcción utilizando una cuidadosa selección de materiales regionales y no contaminantes, etc., y cumpliendo exigentes requisitos como una ubicación sostenible y conectada con la comunidad, medidas correctoras tomadas como

reducción del efecto isla de calor, uso eficiente del agua, calidad de aire interior (control por planta con sonda de calidad de aire) y elevado confort térmico, uso de materiales regionales, instalaciones eficientes y un exhaustivo plan de puesta en marcha y seguimiento de todas las instalaciones que, incluso, establece la realización de encuestas de satisfacción de los usuarios. ■



#### CONFORT INTERIOR

Arriba, interior de la fachada sur. Se observa la protección solar con panel fotovoltaico. A la izquierda y derecha, detalle de la escalera y caja del ascensor.

